

INTERVENTO DI BONIFICA DEL TERRENO MEDIANTE SOIL VENTING E DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FALDA

Carmine M., Antoniotti A., Rogate P., - IDROGEO Novara

Lozza A. - TECNECO S.r.l. Mandello Lario

1. PREMESSA

L'esperienza descritta nel presente articolo illustra un intervento di bonifica di un'area contaminata da percloroetilene e di messa in sicurezza della falda acquifera.

La contaminazione ha avuto origine in corrispondenza di un piazzale non impermeabilizzato ed è riconducibile ad accidentali sversamenti sul terreno a seguito della rottamazione di macchinari lavasecco.

Gli interventi di bonifica sono stati finalizzati al raggiungimento del duplice obiettivo di essere risolutori del problema di inquinamento ed al contempo possibili, sul piano della fattibilità economica, per una piccola attività di tipo artigianale.

2. CARATTERIZZAZIONE DELLA CONTAMINAZIONE

L'episodio di inquinamento in esame è caratterizzato da un solo agente inquinante - percloroetilene - oramai ampiamente noto nella letteratura specifica, in quanto appartenente alla famiglia dei solventi clorurati, che risultano tra i più diffusi inquinanti delle falde acquifere in corrispondenza di aree produttive.

Il movimento del percloroetilene è quello tipico dei fluidi immiscibili ed è regolato essenzialmente dalla sua densità e viscosità: la densità è nettamente più alta di quella dell'acqua mentre la viscosità è considerevolmente minore.

La resistenza dei suoli al movimento verticale del percloroetilene è in relazione alla loro capacità di ritenzione che ha un range di variazione tra 3-5 l/m³, in un terreno ad alta permeabilità sino a 30-50 l/m³ in terreni a bassa permeabilità (Schwille, 1984).

Il percloroetilene, essendo molto volatile, presenta anche una nube di diffusione nella zona insatura che dipende dalla conducibilità del mezzo poroso; nella zona di terreno insaturo intorno alla massa del percloroetilene si forma una zona di gas con concentrazione decrescente verso l'esterno.

La diffusione laterale della zona gassosa comporta un ulteriore contatto con l'acqua di infiltrazione nell'area, quindi conseguentemente con la falda acquifera, che subisce una ulteriore contaminazione.

Il modello di contaminazione a cui si può ricondurre il sito in esame è schematizzato nella Fig.1, dove sono evidenziati la porzione di terreno contaminato, la zona di diffusione gassosa e la contaminazione della falda ad opera della lisciviazione delle acque di infiltrazione e della diffusione della fase gassosa.

I livelli di contaminazione, riscontrati nell'area durante le indagini eseguite per l'individuazione dell'origine dell'inquinamento erano rispettivamente pari a 800 mg/kg nel terreno e di 1500 µg/l nell'acqua di falda.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO

L'assetto geologico-stratigrafico di dettaglio dell'area è quello di una successione di depositi tipicamente alluvionali all'interno della quale si possono riconoscere tre distinti orizzonti:

I orizzonte: alternanza di argille limose, limi argillosi e limi debolmente sabbiosi a scarsa permeabilità (2.19×10^{-6} cm/sec). Lo spessore di questo livello varia generalmente da 5/6 metri sino a circa 2 metri in corrispondenza dell'area in esame;

II orizzonte: livello ghiaioso-sabbioso ad elevata permeabilità ($1.4 \cdot 10^{-1}$ cm/sec) con spessore variabile da 10 a 20 metri; localmente questo orizzonte risulta intercalato da livelli argilloso-limosi a limitato sviluppo laterale e bassa permeabilità. L'acquifero principale ha sede in questo orizzonte ed è definibile come un acquifero freatico monostrato in quanto i livelli a bassa permeabilità intercalati non presentano una continuità laterale tale da determinare la separazione di acquiferi distinti. La soggiacenza media della falda è di circa 2.5 m dal p.c., con escursioni stagionali di circa 1 metro; in occasione di eventi eccezionali la superficie piezometrica ha raggiunto valori limite anche inferiori al metro dal piano campagna.

III orizzonte: livello costituito prevalentemente da argille e argille limose con qualche intercalazione a maggior contenuto sabbioso; la base di questo orizzonte poggia direttamente sul substrato roccioso.

4. INTERVENTO DI BONIFICA DEL TERRENO INSATURO

In base alle caratteristiche stratigrafiche e idrogeologiche del sito è stato previsto un intervento di bonifica mediante trincee di aspirazione per la porzione di terreno più superficiale, costituita da limi; mentre la porzione inferiore, costituita da sabbie e ghiaie, è stata bonificata mediante pozzetti di aspirazione, utilizzati in corrispondenza di bassi livelli piezometrici.

Le trincee di aspirazione sono state realizzate, mediante uno scavo di 0.5 m di larghezza e 10 m di lunghezza, in cui è stato posato un tubo di aspirazione in PVC microfessurato ad una profondità di circa 1.3 m (Fig. 2).

Queste sono state collegate ad un separatore aria/acqua e ad un impianto di aspirazione in grado di esercitare una depressione massima di 980 mbar con una portata d'aria di 100mc/h; l'aria prelevata è stata quindi convogliata su di un filtro a carbone attivo per la depurazione, prima di essere emessa in atmosfera.

Nella porzione di terreno insaturo più permeabile si è intervenuti mediante pozzetti profondi circa 2.5 m, attrezzati con tubi in PVC microfessurati (Fig.3).

I pozzetti di aspirazione sono stati collegati ad un unico impianto di aspirazione con portate di 280 mc/h e depressione massima di 250 mbar; anche in questo caso è posato un filtro a carbone attivo per la bonifica dell'aria estratta prima dell'immissione in atmosfera.

4.1 RISULTATI DELL'INTERVENTO DI BONIFICA

L'intervento di bonifica del terreno è iniziato con l'aspirazione dalle sole trincee superficiali, a causa di alti livelli piezometrici che impedivano l'utilizzo dei pozzetti più profondi; l'andamento del processo di bonifica è evidenziato nella tav. 4 dove sono state riportate le concentrazioni di solventi, presenti nell'aria estratta dall'impianto, in funzione del tempo.

Da tale grafico si osserva una iniziale fase di circa 30 giorni, in cui l'impianto è andato a regime, contraddistinto da un continuo aumento delle concentrazioni; successivamente si individua una seconda fase in cui le concentrazioni diminuiscono rapidamente per un periodo di circa 60 giorni (cfr. cap.2). Infine vi è una terza fase in cui la diminuzione delle concentrazioni ha un gradiente minore e il grafico tende a zero; nel caso in esame, raggiunte concentrazioni inferiori a 2 ppm, che corrispondevano ad una estrazione giornaliera di 60 gr. di percloroetilene, sono stati attivati i pozzetti di aspirazione più profondi.

Questo fatto è evidenziato dalla tav. 5 da un netto aumento delle concentrazioni nell'aria estratta, che sono risultate pari a 135 ppm; nel complesso l'intervento di bonifica, che attualmente è ancora in corso, ha permesso l'estrazione di circa 130 kg di solvente in un arco di tempo di 185 giorni.

5. MESSA IN SICUREZZA DELLA FALDA

Gli interventi sulla falda acquifera sono stati finalizzati ad interrompere l'alimentazione del plume di inquinamento, in modo tale che potessero innescarsi significativi fenomeni di diffusione e diluizione di quanto già presente in falda.

E' stato pertanto realizzato un pozzo di spurgo con caratteristiche tali da determinare uno spartiacque sotterraneo che interessa tutta l'area inquinata; in questo modo, l'eventuale ulteriore cessione di inquinante dal terreno alla falda, in corrispondenza di periodi con alto livello piezometrico, non avrà possibilità di diffusione in quanto il percloroetilene verrà intercettato dal prelievo esercitato dal pozzo di spurgo.

L'acqua emunta dal pozzo di spurgo della falda è stata sottoposta a trattamento mediante torre di strippaggio, che permette il desorbimento di solventi in modo continuo con rese del 99,9%, per circa 30 gg; in questo primo periodo di pompaggio si è riscontrata una rapida diminuzione delle concentrazioni di percloroetilene ed attualmente lo scarico avviene direttamente in acqua superficiale.

BIBLIOGRAFIA

HULING G.S., WEAVER J.W. 1991 "Dense nonaqueous phase liquids". *EPA/540/4-91-002*

SCHWILLE F. 1984 "Migration of organic fluids immiscible with water in the unsaturated zone. Pollutants in porous media: the unsaturated zone between soil surface and groundwater". *B. Yaron, G. Dagon and Goldshimid (eds.), Sringer-Verlag, New York, 27-48.*

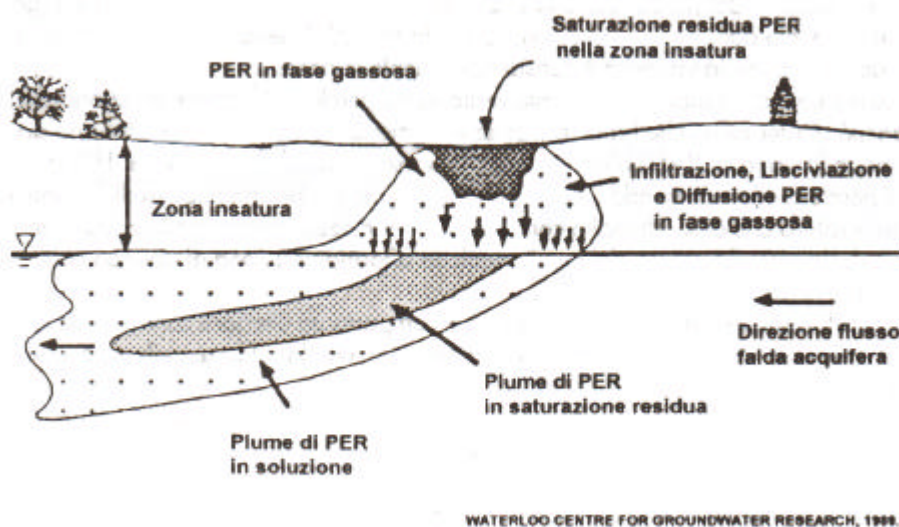
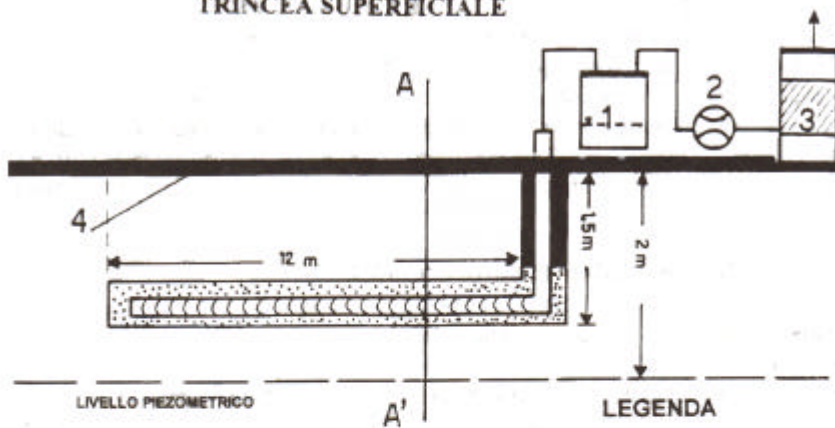


FIGURA 1

SCHEMA IMPIANTO SOIL VENTING
TRINCEA SUPERFICIALE



LEGENDA

- 1. separatore di gocce
- 2. impianto di aspirazione
- 3. filtro a carboni attivi
- 4. membrana superficiale

A-A'

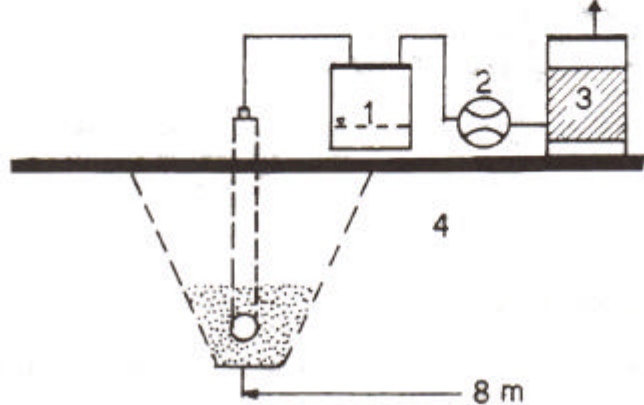
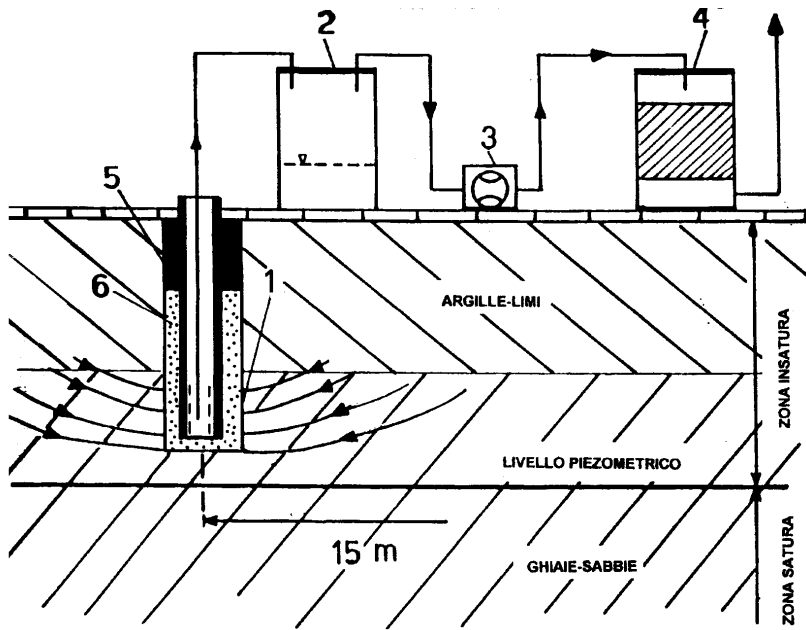


FIGURA 2



LEGENDA

- 1. zona di aspirazione
- 2. separatore di gocce
- 3. impianto di aspirazione
- 4. filtro a carboni attivi
- 5. cementazione
- 6. dreno in ghiaietto

FIGURA 3

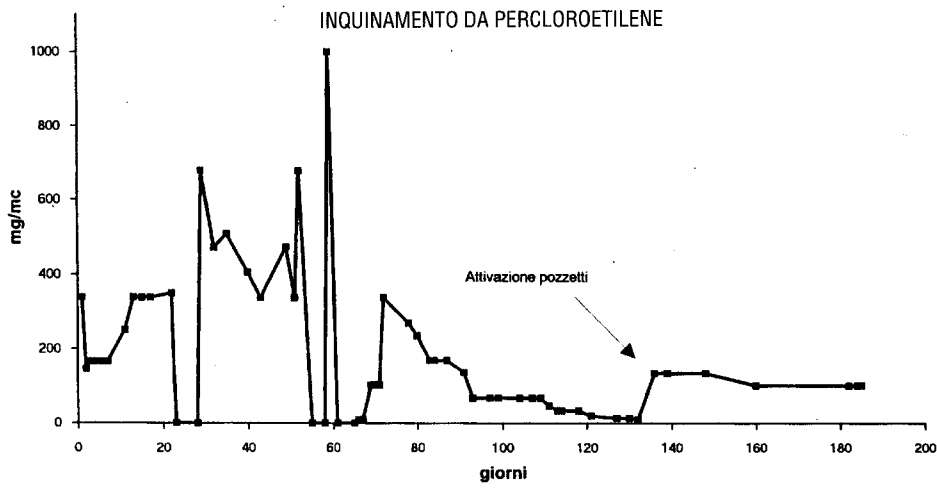


FIGURA 4

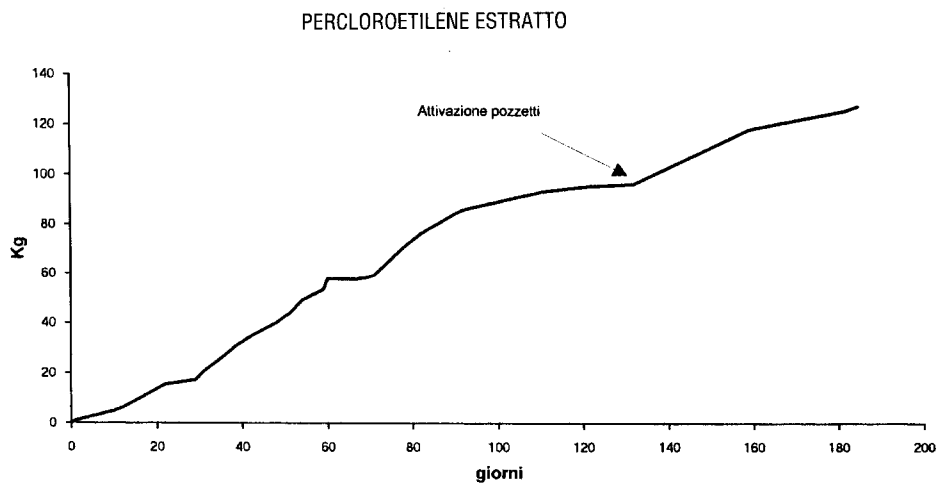


FIGURA 5